

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-253508

(P2000-253508A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

ターコード (参考)

B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

A 5 H 1 1 5

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-49844

(22) 出願日 平成11年2月26日 (1999.2.26)

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 上符 敏昭

東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社明電舎内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

Fターム (参考) 5H115 PG04 PI16 PO01 PO07 PO09

PUD1 PV07 PV24 QN12 TI05

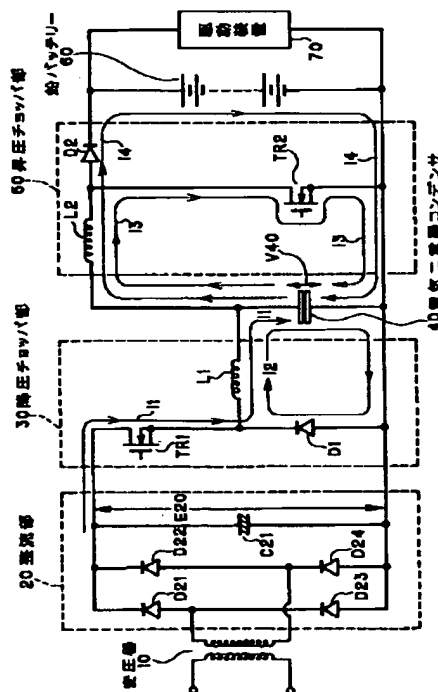
TI06 TR19 TR20 TU05

(54) 【発明の名称】 バッテリー電源電気車両の充電回路

(57) 【要約】

【課題】 鉛バッテリーを電源とした電気車両における充電時間を短縮する。

【解決手段】 電源としての鉛バッテリー60の他に、充電手段として電気二重層コンデンサ40を備えており、充電時には、変圧器10の交流電流を整流部20にて整流した直流電流を、降圧チョッパ部30により、大電流にして電気二重層コンデンサ40に充電する。このため、充電時間は短くて済む。その後、走行時等において、電気二重層コンデンサ40の電荷を、昇圧チョッパ部50により、鉛バッテリー60に小電流値として移して、鉛バッテリー60の充電を行う。鉛バッテリー60への充電は、走行時等に行うことができ、充電時間として考慮する必要はない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電流を直流電流として出力する整流部と、電気二重層コンデンサと、充電された電流を駆動装置に供給する鉛バッテリーと、前記整流部の電流を前記電気二重層コンデンサに充電する降圧チョッパ部と、前記電気二重層コンデンサに充電された電流を前記鉛バッテリーに充電する昇圧チョッパ部とでなることを特徴とするバッテリー電源電気車両の充電回路。

【請求項2】 交流電流を直流電流として出力する整流部と、

電気二重層コンデンサと、

充電された電流を駆動装置に供給する鉛バッテリーと、第1のスイッチング素子と、第1の直流リアクトルと、第1のダイオードとを有しており、第1のスイッチング素子が導通状態になると、前記整流部の電流が第1のスイッチング素子と第1の直流リアクトルを流れて前記電気二重層コンデンサに充電され、前記電気二重層コンデンサに流入する電流の電流値が目標上限コンデンサ電流値に達すると第1のスイッチング素子が遮断状態にされて、第1の直流リアクトルと前記電気二重層コンデンサと第1のダイオードとでなる閉回路に環流電流を流し、この環流電流の電流値が目標下限コンデンサ電流値になると第1のスイッチング素子が再び導通状態となる動作が繰り返され、しかも、第1のスイッチング素子の導通・遮断動作は、前記電気二重層コンデンサの充電電圧の電圧値が目標コンデンサ電圧値になるまで行われる降圧チョッパ部と、

第2のスイッチング素子と、第2の直流リアクトルと、第2のダイオードとを有しており、第2のスイッチング素子が導通状態になると、前記電気二重層コンデンサに充電された電流がこの電気二重層コンデンサと第2の直流リアクトルと第2のスイッチング素子とでなる閉回路に環流し、この環流する電流の電流値が目標バッテリー電流値になると第2のスイッチング素子が遮断状態にされて、前記電気二重層コンデンサに充電された電圧と第2の直流リアクトルの電磁エネルギーにより生じた電圧とによる電流が第2のダイオードを介して前記バッテリーに充電されるとともに、一旦遮断状態となった第2のスイッチング素子は前回に導通状態になった時点から一定時間経過すると再び導通状態となる動作が繰り返される昇圧チョッパ部とでなることを特徴とするバッテリー電源電気車両の充電回路。

【請求項3】 前記バッテリーの充電電圧の電圧値が目標バッテリー電圧値に等しくなった後は、前記目標バッテリー電流値は補充バッテリー電流値にまで小さくされることを特徴とする請求項2のバッテリー電源電気車両の充電回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バッテリー電源電

気車両の充電回路に関し、バッテリーとして鉛バッテリーを採用していても、急速充電ができるように工夫したものである。

## 【0002】

【従来の技術】バッテリーを電源としてモータ駆動により走行するバッテリー電源電気車両では、一般にバッテリーとして、サイクル充電が可能な鉛バッテリーを用いている。したがって、バッテリー（鉛バッテリー）の能力としては、予め定められた走行時間に亘って給電可能な電源として機能できることが求められ、かかる能力を有するバッテリー（鉛バッテリー）を車両に搭載する必要がある。このため、バッテリー（鉛バッテリー）の重量は積載荷重に対して重くなると共に、バッテリー（鉛バッテリー）の容積は車両スペースに対して大きくなる。

【0003】一方、一定走行区間毎に充電することにより、搭載するバッテリー容量を小さくする走行システムとすることもできる。このような走行システムでは、1回当りの走行時間は短い、頻繁に充電をする必要があるため、1回当りの充電時間を短くする必要がある。このように短時間で充電するため、バッテリーとしてアルカリバッテリーを採用している。

【0004】その理由は、アルカリバッテリーでは、放電電流に対して数倍の値の充電電流により充電することが許容されているからであり、このアルカリバッテリーでは、短時間の充電により消費したエネルギーを補充することができるからである。なお、鉛バッテリーでは、その容量で決定される電流値以内の値の電流により充電することが決められているため、充電時間は、アルカリバッテリーの充電時間に比べて長くなっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】バッテリーの充電時間を短時間で充電するには、先に述べたアルカリバッテリーを採用しているが、アルカリバッテリーは鉛バッテリーに比べて、コストが10数倍となる。また、アルカリバッテリーは、適正に使用するためには温度管理をしなければならない。したがって、アルカリバッテリーの各セルの温度を充電中に管理するためには、センサー及びコントローラが必要であり、そのため装置コストが高くなってしまふ。

【0006】本発明は、上記従来技術に鑑み、バッテリー電源電気車両のバッテリーとして鉛バッテリーを採用していても、急速充電をすることができる、バッテリー電源電気車両の充電回路を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の構成は、交流電流を直流電流として出力する整流部と、電気二重層コンデンサと、充電された電流を駆動装置に供給する鉛バッテリーと、前記整流部の電流を前記

電気二重層コンデンサに充電する降圧チョッパ部と、前記電気二重層コンデンサに充電された電流を前記鉛バッテリーに充電する昇圧チョッパ部とでなることを特徴とする。

【0008】また本発明の構成は、交流電流を直流電流として出力する整流部と、電気二重層コンデンサと、充電された電流を駆動装置に供給する鉛バッテリーと、第1のスイッチング素子と、第1の直流リアクトルと、第1のダイオードとを有しており、第1のスイッチング素子が導通状態になると、前記整流部の電流が第1のスイッチング素子と第1の直流リアクトルを流れて前記電気二重層コンデンサに充電され、前記電気二重層コンデンサに流入する電流の電流値が目標上限コンデンサ電流値に達すると第1のスイッチング素子が遮断状態にされて、第1の直流リアクトルと前記電気二重層コンデンサと第1のダイオードとでなる閉回路に環流電流を流し、この環流電流の電流値が目標下限コンデンサ電流値になると第1のスイッチング素子が再び導通状態となる動作が繰り返され、しかも、第1のスイッチング素子の導通・遮断動作は、前記電気二重層コンデンサの充電電圧の電圧値が目標コンデンサ電圧値になるまで行われる降圧チョッパ部と、第2のスイッチング素子と、第2の直流リアクトルと、第2のダイオードとを有しており、第2のスイッチング素子が導通状態になると、前記電気二重層コンデンサに充電された電流がこの電気二重層コンデンサと第2の直流リアクトルと第2のスイッチング素子とでなる閉回路に環流し、この環流する電流の電流値が目標バッテリー電流値になると第2のスイッチング素子が遮断状態にされて、前記電気二重層コンデンサに充電された電圧と第2の直流リアクトルの電磁エネルギーにより生じた電圧とによる電流が第2のダイオードを介して前記バッテリーに充電されるとともに、一旦遮断状態となった第2のスイッチング素子は前回に導通状態になった時点から一定時間経過すると再び導通状態となる動作が繰り返される昇圧チョッパ部とでなることを特徴とする。

【0009】また本発明の構成は、前記バッテリーの充電電圧の電圧値が目標バッテリー電圧値に等しくなった後は、前記目標バッテリー電流値は補充バッテリー電流値にまで小さくされることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態にかかるバッテリー電源電気車両の充電回路を、図1を参照しつつ詳細に説明する。

【0011】図1に示すように、このバッテリー電源電気車両の充電回路は、変圧器10と、整流部20と、降圧チョッパ部30と、電気二重層コンデンサ40と、昇圧チョッパ部50と、鉛バッテリー60と、駆動装置70とで構成されている。

【0012】変圧器10は、商用交流電流が入力され、

鉛バッテリー60を充電するのに適切な電圧値に変圧した交流電流を出力する。

【0013】整流部20は、ダイオードD21、D22、D23、D24により形成したダイオードブリッジ全波整流回路と、平滑コンデンサC21とで構成されている。この整流部20は、変圧器10の交流電流を直流電流に整流して出力する。

【0014】降圧チョッパ部30は、第1のスイッチング素子TR1と、第1の直流リアクトルL1と、第1のダイオードD1とで構成されている。スイッチング素子TR1としては、IGBTやパワートランジスタやFETなどを用いることができる。詳細動作は後述するが、この降圧チョッパ部30は、整流部20から出力された直流電流を、電気二重層コンデンサ40に充電する動作を行う。

【0015】電気二重層コンデンサ40は、電解質中のアニオン（陰イオン）、カチオン（陽イオン）をそれぞれ正極、負極に物理吸着させて分極性電極に電気を蓄えるという原理で動作するコンデンサであり、アルミニウム電解コンデンサに代表される電極間に誘電体を有するコンデンサに比べて、体積あたりの容量が300~1000倍大きい大容量コンデンサである。この電気二重層コンデンサ40は、大電流により充電することができ、充電時間は短い。

【0016】更に説明すると、電気二重層コンデンサ40の充電電流・放電電流の電流値の制限は、内部インピーダンスにより規制される。電気二重層コンデンサ40の内部インピーダンスは小さいので、その充・放電電流の電流値は、鉛バッテリーの充・放電電流の電流値に比べて、極めて大きい。具体例で説明すると、電気二重層コンデンサ40は、その容量が1700F、その充電電圧が2.5V、その内部抵抗が5mΩである場合には、充電許容電流は500A（=2.5V/5mΩ）と極めて大きい。

【0017】昇圧チョッパ部50は、第2のスイッチング素子TR2と、第2の直流リアクトルL2と、第2のダイオードD2とで構成されている。スイッチング素子TR2としては、IGBTやパワートランジスタやFETなどを用いることができる。詳細動作は後述するが、この昇圧チョッパ部50は、電気二重層コンデンサ40に充電された電流を、小さな電流値にして鉛バッテリー60に充電する動作を行う。

【0018】鉛バッテリー60は、充電された電流を駆動装置70に供給する。駆動装置70は電気モータやインバータ等を内蔵しており、供給された電流により電気モータが駆動して、電気車両が走行する。

【0019】ここで、充電動作について詳細に説明する。バッテリー電源電気車両は、鉛バッテリー60の充電量が低下してくると、充電ステーション等に戻ってきて充電操作がおこなわれる。

【0020】即ち、まず変圧器10を商用電源に接続する。そうすると、変圧器10から出力された交流電流は、整流部20にて整流されて直流電流となる。

【0021】降圧チョッパ30のスイッチング素子TR1が導通状態になると、整流部20からの電流*i*1が、スイッチング素子TR1と直流リアクトルL1を流れて電気二重層コンデンサ40に充電される。このとき、整流部20の出力電圧（コンデンサC21の両端電圧）をE20、直流リアクトルL1のリアクタンスをL1、時間をもとすると、電流*i*1は $(E20/L1) \times t$ の割合で電流値が上昇していく。

【0022】電流*i*1の電流値が上昇してきて、予め決めた目標上限コンデンサ電流値IC1に達すると、スイッチング素子TR1が遮断状態となる。なお、目標上限コンデンサ電流値IC1は、電気二重層コンデンサ40の特性によって決定される大きな値である。

【0023】スイッチング素子TR1が遮断状態になると、直流リアクトルL1に蓄積された電磁エネルギーにより、直流リアクトルL1と電気二重層コンデンサ40とダイオードD1とでなる閉回路に、環流電流*i*2が流れる。この環流電流*i*2の電流値は、前記閉回路（L1→40→D1→L1）の内部抵抗により減衰していく。

【0024】そして、環流電流*i*2の電流値が、予め設定した目標下限コンデンサ電流値IC2に達すると、スイッチング素子TR1が再び導通状態となる。スイッチング素子TR1が導通状態になると、再び電流*i*1が流れる。

【0025】このようにして、スイッチング素子TR1が導通・遮断動作を繰り返して、電流*i*1、*i*2が流れることにより、電気二重層コンデンサ40は充電されていく。電気二重層コンデンサ40の充電電圧が、予め設定した目標コンデンサ電圧値VC0になったら、スイッチング素子TR1の動作を停止すると共に、変圧器10を商用電源から切り離す。

【0026】かくして、充電ステーション等での充電操作は終了する。このとき、電流*i*1、*i*2の電流値は、電気二重層コンデンサ40の内部抵抗で決められる電流値まで許容されるので、大電流値とすることができる。この結果、電気二重層コンデンサ40への充電は短時間で終了する。つまり、充電ステーション等での充電操作は短時間で終了する。

【0027】具体的には、充電ステーション等での（電気二重層コンデンサ40への）充電時間Tは次式で表される。

$$T = (VC0/i1) \times C40$$

但し、VC0・・・目標コンデンサ電圧値  
C40・・・電気二重層コンデンサの静電容量

【0028】また、電気二重層コンデンサ40には大電流により充電ができるため、電気二重層コンデンサ40への印加電圧が過大にならないように注意するだけでよ

く、制御動作設計は簡単にできる。

【0029】電気二重層コンデンサ40への充電が完了したら、バッテリー電源電気車両は、充電ステーション等から離れて、走行可能状態となる。このように、走行可能状態時（実際に走行をしている時でもよい）において、昇圧チョッパ部50を動作させ、電気二重層コンデンサ40に充電された電荷を、鉛バッテリー60に移して、バッテリー60の充電をする。

【0030】ここで、昇圧チョッパ部50の動作を説明する。スイッチング素子TR2が導通状態になると、電気二重層コンデンサ40と直流リアクトルL2とスイッチング素子TR2とでなる閉回路に、充電状態となっている電気二重層コンデンサ40から出力された電流*i*3が環流する。このとき、電気二重層コンデンサ40の充電電圧をV40、直流リアクトルL2のリアクタンスをL2、時間をもとすると、電流*i*3は $(V40/L2) \times t$ の割合で電流値が上昇していく。

【0031】電流*i*3の電流値が上昇してきて、予め決めた目標バッテリー電流値IBOになると、スイッチング素子TR2が遮断状態となる。なお、目標バッテリー電流値IBOは、鉛バッテリー60の特性によって決定される小さな値である。

【0032】スイッチング素子TR2が遮断状態になると、電気二重層コンデンサ40に充電された電圧と、直流リアクトルL2の電磁エネルギーにより生じた電圧とが加わり、これにより、電流*i*4がダイオードD2を介して鉛バッテリー60に充電される。

【0033】一旦遮断状態となったスイッチング素子TR2は、前回到導通状態になった時点から一定時間経過すると、再び導通状態となり、これにより再び電流*i*3が流れる。このように、スイッチング素子TR2を導通状態にすることにより電流*i*3を流し、スイッチング素子TR2を遮断状態にすることにより電流*i*4を流す動作を繰り返していくことにより、鉛バッテリー60への充電が行われる。

【0034】このとき、電流*i*4の電流値は、目標バッテリー電流値IBOにより規制されるため、鉛バッテリー60に対してダメージを与えることなく最適な電流値にて充電をすることができる。

【0035】上述したように、スイッチング素子TR2の導通開始は、一定周期で（一定時間毎に）行われ、スイッチング素子TR2の遮断開始は、電流*i*3の電流値が目標バッテリー電流値IBOになると行われる。

【0036】鉛バッテリー60の充電電圧の電圧値が、予め設定した目標バッテリー電圧値VBOに達した後は、目標バッテリー電流値IBOを、補充バッテリー電流値IBHにまで下げて、鉛バッテリー60への充電動作を継続する。このため、車両走行により鉛バッテリー60から放電された電荷は、直ちに、電気二重層コンデンサ40に蓄えた電荷により充電される。なお、補充バ

バッテリー電流値 $I_{BH}$ は、目標バッテリー電流値 $I_{BO}$ に比べて、大幅に小さい値としている。

【0037】なお、鉛バッテリー60の充電電圧値が、目標バッテリー電圧値 $V_{BO}$ よりも小さくなったら、補充バッテリー電流値 $I_{BH}$ を目標バッテリー電流値 $I_{BO}$ に戻して、鉛バッテリー60への充電をする。

【0038】

【発明の効果】以上実施の形態と共に具体的に説明したように、本発明によれば、充電ステーション等での充電作業時には、降圧チョッパを用いて大電流にて電気二重層コンデンサにのみ充電をしているため、充電ステーション等での充電作業時間は短時間となる。そして、電気二重層コンデンサへの充電作業が完了してから、昇圧チョッパを用いて、電気二重層コンデンサの電荷を鉛バッテリーに移動して鉛バッテリーを充電しているため、鉛バッテリーへの充電は走行中であつても行うことができる。つまり、鉛バッテリーへの充電は、充電ステーション等で行う必要はなく、充電作業時間（充電ステーション等において停止して充電を行う充電時間）は短時間となる。

【0039】また、車両走行中に鉛バッテリーから放電された電荷は、電気二重層コンデンサに蓄えられた電荷

により直ちに充電されるので、鉛バッテリーの放電率が小さくなり、鉛バッテリーの寿命が伸びる。

【0040】更に、電気二重層コンデンサには大電流で充電をすることができるため、電気二重層コンデンサに充電するときには、過電圧とならないように注意するだけでよく、電流については考慮する必要はなく、充電時の制御動作設計は簡単に行うことができる。

【0041】更に、電気二重層コンデンサの電荷が完全放電しても、鉛バッテリーに電荷が残るため、電気二重層コンデンサが完全放電した後も、一定時間に亘り走行を続けることができる。

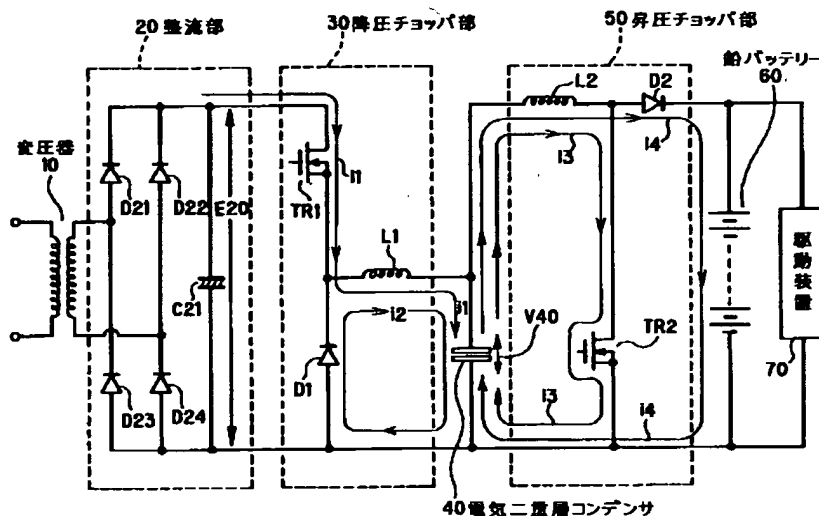
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかるバッテリー電源電気車両の充電回路を示す回路図。

【符号の説明】

- 10 変圧器
- 20 整流部
- 30 降圧チョッパ部
- 40 電気二重層コンデンサ
- 50 昇圧チョッパ部
- 60 鉛バッテリー
- 70 駆動装置

【図1】



PAT-NO: JP02000253508A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000253508 A

TITLE: CHARGING CIRCUIT FOR ELECTRIC VEHICLE HAVING BATTERY  
POWER SOURCE

PUBN-DATE: September 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
JOFU, TOSHIAKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MEIDENSHA CORP	N/A

APPL-NO: JP11049844

APPL-DATE: February 26, 1999

INT-CL (IPC): B60L011/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten the charging time in an electric vehicle which is powered by a lead battery.

SOLUTION: This charging circuit is provided with an electric double-layer capacitor 40 as a charging means, besides a lead battery 60 as a power source.

The capacitor 40 is charged by converting a direct current obtained by rectifying the alternating current of a transformer 10 with a rectifying portion 20, into a large current with a stepdown chopper portion 30. As a result of this, its charging time is shortened. After that, the lead battery 60 is charged by transferring the charge of the capacitor 40 to the lead battery 60 as a small current by a step-up chopper portion 50, while the vehicle runs, etc. Charging to the lead battery 60 can be performed while the vehicle runs, etc., and it is unnecessary to consider its additional charging time.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO